

PAT-NO: JP356096835A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 56096835 A  
TITLE: MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE  
PUBN-DATE: August 5, 1981

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
MORI, HARUHISA

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME COUNTRY  
FUJITSU LTD N/A

APPL-NO: JP54171183  
APPL-DATE: December 29, 1979

INT-CL (IPC): H01L021/268  
US-CL-CURRENT: 257/E21.347

ABSTRACT:

PURPOSE: To avoid the deterioration in the electric properties of the semiconductor device by selecting a beam region having energy density and uniformity adapted for an annealing when an ion implantation layer formed on a semiconductor wafer is annealed with a laser beam and treating chips one by one through a mask.

CONSTITUTION: The laser beam 16 from a laser beam generator 11 is irradiated through a lens 12, a mirror 13 and the mask 14 on the semiconductor wafer 15 formed with a number of chips 15<SB>1</SB>&sim;15<SB>5</SB>, and the layer in the chip is thus annealed. In this configuration the mask 14 is formed of two sheets of L-shaped members 14<SB>1</SB>, 14<SB>2</SB>, either of which is moved, thereby varying the size of an opening 14A formed. The size of the opening 14A is so formed that the beam 16 may not be irradiated to the adjacent chips to expose the periphery within the scribing line of each chip, and the beam 16 is selected from the beams for the region adapted for the annealing.

COPYRIGHT: (C)1981,JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭56—96835

⑪ Int. Cl.<sup>3</sup>  
H 01 L 21/268

識別記号

庁内整理番号  
6851—5F

⑬ 公開 昭和56年(1981)8月5日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 5 頁)

⑭ 半導体装置の製造方法

川崎市中原区上小田中1015番地  
富士通株式会社内

① 特 願 昭54—171183

① 出 願 人 富士通株式会社

② 出 願 昭54(1979)12月29日

川崎市中原区上小田中1015番地

③ 発 明 者 森治久

④ 代 理 人 弁理士 玉蟲久五郎 外 3 名

明 細 書

1. 発明の名称

半導体装置の製造方法

2. 特許請求の範囲

レーザ・ビーム内でエネルギー密度及び均一度がレーザ・アニールを行なうのに適合する領域を取出し、その取出されたレーザ・ビームを半導体ウエハの少なくとも1チップ分の形状に合せた開口を有するマスクを介して前記半導体ウエハの所要チップ全面に照射し前記開口で画成された前記レーザ・ビームのエッジは少なくともスクライプ・ライン内に在り隣接チップには到達しないようにレーザ・アニールを行なう工程が含まれることを特徴とする半導体装置の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、例えば半導体ウエハに形成されたイオン注入層のアニールにレーザ・アニールを適用する半導体装置の製造方法の改良に関する。

一般に、レーザ・ビーム内のエネルギー密度は、発振モードにも依るが、最も単純なTEM<sub>00</sub>モード

に於いては本質的に同心円状の分布を持ち、その分布は第1図に見られるように、ビーム中央で最も強度が大であるガウス分布になる。従って、そのような分布のレーザ・ビームを半導体ウエハに照射した場合にもアニールの度合は同心円状の分布を持つことになる。

また、例えば、YAG、ルビー、Ar、Krなどのレーザ・ビームを用いてシリコンのアニールができるようなエネルギー密度を得られるようにする為には、そのビーム径を数10[μm]～2[cm]～3[cm]程度にしなければならない。

これ等2点の理由に依り、通常、多用されている7.5[cm](3[吋])、10[cm](4[吋])などのウエハをアニールする為にはウエハを移動させたり、ビームを移動させたりして走査を行なうことが不可欠である。

しかしながら、このような走査を行なうことは、前記したビーム形状の面で種々の問題を抱えている。即ち、ビームが円形であるから、走査を行なう際、相隣るレーザ照射域はその境界で重ね合せ

が必要になる。すると、レーザ・ビーム内のエネルギー分布とウエハ側の結晶状態の変化に伴う光吸収係数の変化（光吸収係数の大小関係：単結晶  $\leq$  多結晶  $<$  アモルファス）とが相俟って鱗状パターンを持ったアニールがなされる。即ち、レーザ・ビーム内の強度分布は第2図に見られる通りであり、 $L_1$ は単結晶または多結晶を溶解するレベル、 $L_2$ はアモルファスを溶解するレベルであって、このようなビームで1回の照射を行なうと第3図に見られるようにアモルファス領域1に単結晶領域2<sub>1</sub>及び多結晶領域3<sub>1</sub>が形成される。また、走査を行なって2回目の照射をすると、前記領域2<sub>1</sub>、3<sub>1</sub>の他に第4図に見られるように、単結晶領域2<sub>2</sub>及び多結晶領域3<sub>2</sub>が形成される。このようにして照射の走査を行なうとアニールされた領域のパターンは第5図に見られるように鱗状になるのである。

前記鱗状のパターンは、そのエッジが顕微鏡を通して光学的に観察し得る程度のものであり、ウエハの拡散層表面に凹凸を発生させ、これが $\mu$ 接合に掛るとリーク電流を増大させる原因になる。

(3)

要求を満たす可能性を持つが、この場合、高価であるのと、波長1.06[ $\mu$ m]で結晶状態に依る光吸収係数の差が大であり、アニール特性が不安定になり易い。しかも、アニールしようとする材質や用途に依って波長を選択できるレーザ・アニールの利点は失なわれてしまう。更にまた、CWレーザの場合も同様に必要エネルギーを求めると数10[MW]以上になり、通常の $\Delta r$ ,  $E_r$ などのレーザ出力は20[MW]程度であるから、とても足りるものではない。

本発明は、半導体ウエハを部分毎にレーザ・アニールしても前記鱗状パターンを発生せず、従って、半導体装置の特性に悪影響を及ぼすこともないようにしようとするものであり、以下これを詳細に説明する。

本発明に於ける基本事項は次の通りである。

- (1) 半導体装置に於ける基本単位はウエハでなく、チップであるから、レーザ・アニールも各チップ内に於いて均一であることが必要且つ充分な条件である。
- (2) 各チップ間のスクライブ・ラインは、ウエハ

(5)

また、シート抵抗 $\rho_s$ について見ても、それとレーザ照射回数との間には第6図に見られる関係があり、ウエハ内の部分部分でレーザ照射回数が相違すると、シート抵抗 $\rho_s$ の分布が発生するものである。尚、第6図は砒素イオンをドーズ量で $4 \times 10^{15}$  [ $\text{cm}^{-2}$ ] 程度注入し、それを波長 $\lambda$ が1.06 [ $\mu$ m]のレーザ・ビームでアニールした場合に得たデータである。

前記説明した欠点を解消するには、ウエハ全体を1回で照射できるようなレーザを用いられたいが、イオン注入層のアニールには、通常、パルス・レーザで1~5 [ $\text{J}/\text{cm}^2$ ] 程度のエネルギー密度を必要とし、これで10 [ $\text{cm}$ ] のウエハ（面積にすると $\sim 80 [\text{cm}^2]$ ）をアニールするには分布が均一、即ち、効率が最も良いと仮定しても80~400 [ $\text{J}$ ] のレーザ出力が必要である。ところが現状で容易に入手できるレーザ装置は、TEM<sub>00</sub> モードにおいて、 $\text{Nd}^{3+}:\text{YAG}$  で1~2 [ $\text{J}$ ]、 $\text{Rb}$ ビーで4~5 [ $\text{J}$ ] 程度が限界であり、前記必要エネルギーを到底充足することはできない。唯、ガラス・レーザのみは前記

(4)

プロセス終了後に各チップを切離す為に在り、装置の電気的特性に無縁な部分であるから、ビームの重なりや、逆にビーム間の非照射領域になっても構わない。

このような事項を前提とし、本発明では、1チップを単位とし、その1単位分或いは所要数単位分のマスクを介してレーザ・ビームを照射するものである。

前記マスクは所定横断面形状のレーザ・ビームを通過させる開口を有するものであり、以下のようにして実現される。

即ち、ビーム内でアニールするのに必要な均一度を持つ領域、例えばピーク強度の90 [%] 以上である領域内で、この領域より狭い開口を有するマスクを用いるものである。一般に、或る一定のエネルギーを有するレーザ・ビームは例えばレンズなどの光学系を用いることに依り、第7図にA, B, Cとして指示してあるように分布特性を変化させることができる。本発明では、エネルギー密度のピーク近傍がアニールに適当なレベル $L_{p1} \sim L_{p2}$ 内に存

(6)

在する特性Bの分布がウエハ表面で得られるようにし、そして、マスクの開口は領域 $\alpha$ 内に入る大きさとする。尚、特性Aの分布では、ビーム中央のエネルギー密度が高すぎて、ウエハに損傷を与えるレベル $\alpha_0$ に入ってしまうので、これは使用できない。また、特性Cの分布では、レベルが低すぎて必要なアニールをすることができない。

前記のようにして、マスクの最大開口が定められたが、それに加え半導体チップ上でアニール領域が重なり合うことが無いようにしなければならない。即ち、前記マスクの開口を通過したビームは、チップの形状に従って、1個或いは複数個分のチップ全域をカバーするものでなければならず、それより大であっても小であっても不可である。但し、大であっても、重なりがスクライブ・ライン内でのみ発生するのであればかまわない。

前記のようにして、レーザ・ビームの実際の横断面形状が定められる。次に、第8図乃至第10図を参照しつつ具体的実施例について説明する。

第8図は本発明を実施する装置の一例を表わす

(7)

両方を図の矢印で示した方向に移動することに依って開口14Aの大きさを変えるようにする。

マスク14の材質としては、例えばステンレスなどを用いても良いが、高エネルギー密度のレーザ・ビーム照射を受けるものであるから、炭素、モリブデン、タンタル、タングステンなど高融点材質を用いることが望ましい。

第10図及び第11図はレーザ・ビームのアニール適当領域 $\alpha$ (第7図参照)と、マスク14の開口14Aと、チップ15 $\alpha$ との関係を表わす要部平面説明図であり、第10図は1チップを、第11図は4チップをそれぞれアニールする場合であり、既出の図に関して説明した部分と同部分は同記号で指示してある。

以上の説明で判るように、本発明によれば、レーザ・ビームの内、エネルギー密度と均一性がレーザ・アニールするのに適合する領域を取出し、その取出されたレーザ・ビームで半導体ウエハの少なくとも1チップ分の形状に合せた開口を有するマスクを介して前記半導体ウエハの所要チップ

(9)

説明図である。

図に於いて、11はレーザ・ビーム発生器、12はレンズ、13はミラー、14はマスク、14Aは開口、15はシリコン・ウエハ、15 $\alpha$ 、15 $\beta$ ……はチップ、16はレーザ・ビームをそれぞれ示す。

本装置に於いて、全チップ15 $\alpha$ ……のアニールを行なうには、レーザ・ビーム・マスク系とウエハ15との相対位置をウエハ15の表面と平行な方向へチップ・サイズの整数倍ずつ移動させながらレーザ・ビーム照射すれば良い。即ち、相対位置の変更はレーザ・ビーム・マスク系及びウエハ15のいずれか一方或いは両方を動かすことに依り行なり。

マスク14はウエハ15の直前、例えば10[mm]以内に位置させると良い。これに依り、マスク14を通過した後のレーザ・ビーム16の回折に依るビーム内強度分布が変化することを抑止できる。

マスク14は例えば第9図に見られるように2枚のL字状部材14 $\alpha$ 及び14 $\beta$ で構成すると良い。そして部材14 $\alpha$ 或いは14 $\beta$ のいずれか一方或いは

(8)

全面を照射し、前記開口で形成されるレーザ・ビームのエッジは少なくともスクライブ・ライン内に在り、それを越えて隣接チップまで到達することはないようにしてある。従って、レーザ・ビーム照射域の重ね合せに依るパターン、例えば網状パターンなどは形成されず、完成された半導体装置の電気的特性が悪影響を受けることはない。

また、本発明を実施する場合、現在のレーザ・エネルギーで普通の例えば5[mm $\square$ ]のチップ内で例えば $\rho_0$ で $\pm 5[\%]$ 程度の充分均一なアニールが可能であり、小型のチップでは複数個一括して行なうことができる。例えば $TEM_{00}$ で4[J]程度のルビー・レーザを用いても、マスクの開口で0.4[J]程度のエネルギーを利用でき、ルビー・レーザでのアニール必要エネルギー密度約2[J/cm $^2$ ]では0.2[cm $^2$ ]、即ち、4.4[mm $\square$ ]程度のチップが一度にアニールできるものである。

4. 図面の簡単な説明

第1図はレーザのエネルギー強度分布を表わす線図、第2図はレーザ・アニールを行なう場合のエ

(10)

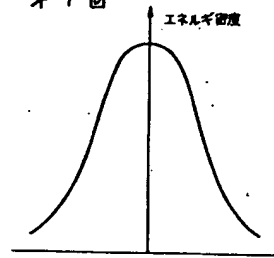
エネルギーレベルを説明する線図、第3図乃至第5図はレーザー照射によって溝状パターンが発生することを説明するパターン説明図、第6図はレーザー照射とシート抵抗の関係を表わす線図、第7図は本発明に於いて用いられるレーザーの強度分布を説明する為の線図、第8図は本発明を実施する装置の一例を表わす説明図、第9図はマスクの要部平面図、第10図及び第11図はレーザー・アニールを行なう場合のレーザー・アニール適当領域とマスクとチップの関係を表わす要部平面説明図である。

図に於いて、11はレーザー発生器、12はレンズ、13はミラー、14はマスク、14Aは開口、15はウエハ、15<sub>1</sub>……はチップ、16はレーザー・ビーム、 $\alpha$ はレーザー・アニール適当領域である。

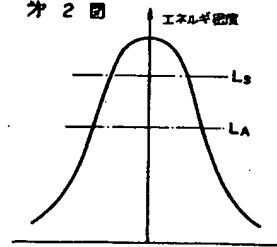
特許出願人 富士通株式会社  
代理人 弁理士 玉 島 久 五 郎 (外3名)

(11)

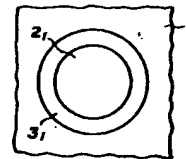
第1図



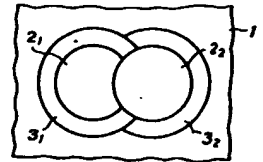
第2図



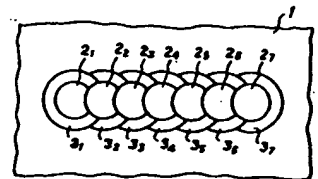
第3図



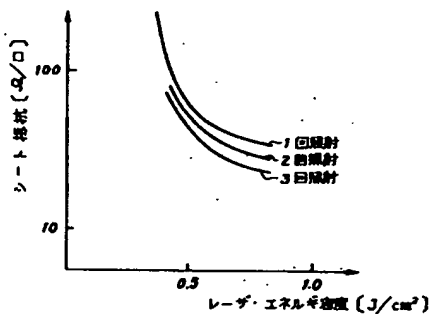
第4図



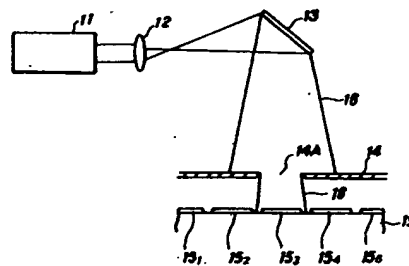
第5図



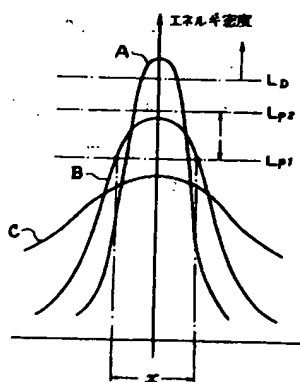
第6図



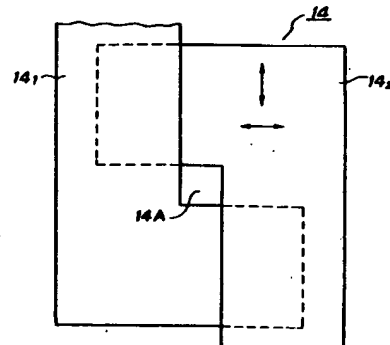
第8図



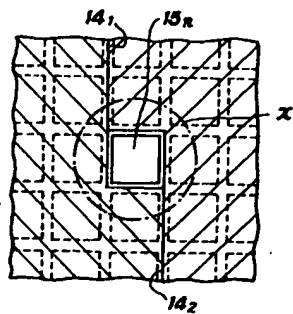
第7図



第9図



才 10 図



才 11 図

